

## **LIQUID CRYSTAL DEVICE AND ELECTRONIC EQUIPMENT**

Publication number: JP2001221995 (A)

**Also published as:**

**Publication date:** 2001-08-17

IP3744342 (B2)

Inventor(s): MAEDA TSUYOSHI; OKUMURA OSAMU +

**Applicant(s):** SEIKO EPSON CORP +

**Applicant(s):**

**- international:** *G02B5/00; G02B5/02; G02B5/20; G02F1/1333; G02F1/1335; G02F1/1337; G09F9/00; G02B5/00; G02B5/02; G02B5/20; G02F1/13; G09F9/00; (IPC1-7): G02B5/00; G02B5/02; G02B5/20; G02B1/13; G02B5/00; G02B5/02; G02B5/20; G02B5/20; G02F1/1333; G02F1/1335; G02F1/1337; G09F9/00*

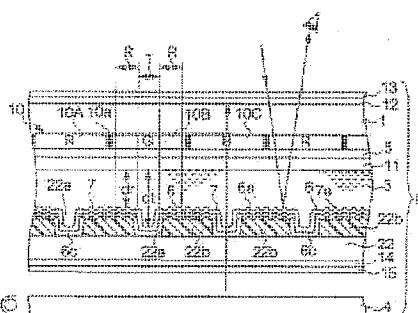
#### - European:

Application number: JP20000339395 20001107

Priority number(s): IP20000339395 20001107; IP19990344733 19991203

**Abstract of JP 2001221995 (A)**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a liquid crystal device capable of displaying with high contrast in a transmissive and a reflective display mode as a semitransmissive and reflective liquid crystal display device, and an electronic equipment equipped with the same. **SOLUTION:** The liquid crystal device that a liquid crystal layer of a nematic liquid crystal with positive dielectric anisotropy is held between a pair of substrates, is characterized by constructing the region utilized for displaying in the liquid layer in such a way as to comprise at least two kinds of regions 22b, 22a having different thickness of the liquid crystal layer dr, dt, the respective regions with the different thickness of the liquid crystal layer are used as a reflective display part or a transmissive display part; besides a reflection means 6a is arranged on the reflective display part and a transparent resin layer 22b is formed the part except the part corresponding to the transmissive display part.



Data supplied from the **espacenet** database — Worldwide

**Family list**

9 application(s) for: JP2001221995 (A)

Sorting criteria: Priority Date Inventor Applicant Ecla

**1 LIQUID CRYSTAL DEVICE AND ELECTRONIC EQUIPMENT**

**Inventor:** MAEDA TSUYOSHI ; OKUMURA OSAMU  
**Applicant:** SEIKO EPSON CORP  
**EC:**  
**Publication** JP2001221995 (A) - 2001-08-17  
**info:** JP3744342 (B2) - 2006-02-08

**IPC:** G02B5/00; G02B5/02; G02B5/20; (+16)  
**Priority Date:** 1999-12-03

**2 LIQUID CRYSTAL DEVICE AND ELECTRONIC INSTRUMENT**

**Inventor:** MAEDA TSUYOSHI ; OKUMURA OSAMU  
**Applicant:** SEIKO EPSON CORP  
**EC:**  
**Publication** JP2001222009 (A) - 2001-08-17  
**info:** JP3777971 (B2) - 2006-05-24

**IPC:** G02B5/30; G02F1/13363; G02B5/30; (+3)  
**Priority Date:** 1999-12-03

**3 LIQUID CRYSTAL APPARATUS AND ELECTRONIC INSTRUMENT**

**Inventor:** MAEDA TSUYOSHI ; OKUMURA OSAMU  
**Applicant:** SEIKO EPSON CORP  
**EC:**  
**Publication** JP2006058907 (A) - 2006-03-02  
**info:** JP4285467 (B2) - 2009-06-24

**IPC:** G02F1/1335; G02F1/13  
**Priority Date:** 1999-12-03

**4 LIQUID CRYSTAL DEVICE AND ELECTRONIC APPLIANCE**

**Inventor:** MAEDA TSUYOSHI ; OKUMURA OSAMU  
**Applicant:** SEIKO EPSON CORP  
**EC:**  
**Publication** JP2008293050 (A) - 2008-12-04  
**info:**

**IPC:** G02F1/1335; G02F1/13  
**Priority Date:** 1999-12-03

**5 Liquid crystal display and electronic apparatus**

**incorporating the liquid crystal display**  
**Inventor:** MAEDA TSUYOSHI [JP] ; OKUMURA OSAMU [JP]  
**Applicant:** SEIKO EPSON CORP [JP]  
**EC:** G02F1/1335R2; G02F1/13363  
**IPC:** G02F1/1335; G02F1/13363; G02F1/13; (+1)  
**Publication** US2002054260 (A1) - 2002-05-09  
**info:** US6831721 (B2) - 2004-12-14

**Priority Date:** 2000-11-07

**6 Liquid crystal display and electronic appliance**

**Inventor:** MAEDA TSUYOSHI [JP] ; OKUMURA OSAMU [JP]  
**Applicant:** SEIKO EPSON CORP [JP]  
**EC:** G02F1/1333R; G02F1/1335R2  
**IPC:** G02F1/1333; G02F1/1335; G02F1/13; (+1)  
**Publication** US2002054269 (A1) - 2002-05-09  
**info:** US6909481 (B2) - 2005-06-21

**Priority Date:** 2000-11-07

**7 Liquid crystal display and electronic appliance**

**Inventor:** MAEDA TSUYOSHI [JP] ; OKUMURA OSAMU [JP]  
**Applicant:** SEIKO EPSON CORP [JP]  
**EC:** G02F1/1333R; G02F1/1335R2  
**IPC:** G02F1/1333; G02F1/1335; G02F1/13; (+1)  
**Publication** US2005195346 (A1) - 2005-09-08  
**info:** US7352420 (B2) - 2008-04-01

**Priority Date:** 2000-11-07

**8 Liquid crystal display and electronic appliance**

**Inventor:** MAEDA TSUYOSHI [JP] ; OKUMURA OSAMU [JP]  
**Applicant:** SEIKO EPSON CORP [JP]  
**EC:** G02F1/1335R2  
**IPC:** G02F1/1335; G02F1/13  
**Publication** US2007258027 (A1) - 2007-11-08  
**info:** US7538839 (B2) - 2009-05-26

**Priority Date:** 1999-12-03

**9 Liquid crystal display and electronic appliance**

**Inventor:** MAEDA TSUYOSHI [JP] ; OKUMURA OSAMU [JP]  
**Applicant:** SEIKO EPSON CORP [JP]  
**EC:** G02F1/1333R; G02F1/1335R2  
**IPC:** G02F1/1333; G02F1/1335; G02F1/13  
**Publication** US2008198307 (A1) - 2008-08-21  
**info:** US7583338 (B2) - 2009-09-01

**Priority Date:** 2000-11-07

Data supplied from the **espacenet** database — Worldwide

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2001-221995

(P2001-221995A)

(43)公開日 平成13年8月17日(2001.8.17)

(51)Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テマコト <sup>*</sup> (参考)
G 02 F 1/1333	5 0 0	G 02 F 1/1333	5 0 0
G 02 B 5/00		G 02 B 5/00	Z
5/02		5/02	C
5/20	1 0 1	5/20	1 0 1

審査請求 未請求 請求項の数13 O L (全 18 頁) 最終頁に続く

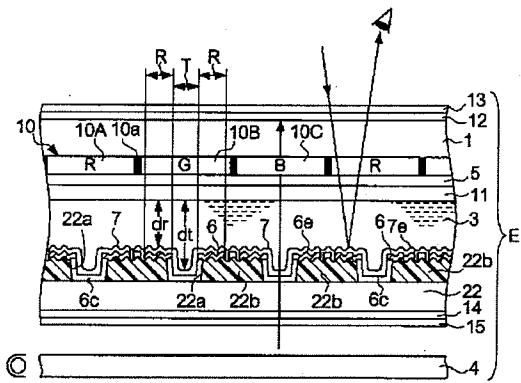
(21)出願番号	特願2000-339395(P2000-339395)	(71)出願人	000002369 セイコーエプソン株式会社 東京都新宿区西新宿2丁目4番1号
(22)出願日	平成12年11月7日(2000.11.7)	(72)発明者	前田 強 長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコ ーエプソン株式会社内
(31)優先権主張番号	特願平11-344733	(72)発明者	奥村 治 長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコ ーエプソン株式会社内
(32)優先日	平成11年12月3日(1999.12.3)	(74)代理人	100093388 弁理士 鈴木 喜三郎 (外2名)
(33)優先権主張国	日本 (J P)		

(54)【発明の名称】 液晶装置および電子機器

(57)【要約】 (修正有)

【課題】半透過反射型液晶表示装置として、透過表示と反射表示のいずれの表示形態においても高コントラストな表示ができる液晶装置とそれを備えた電子機器を提供する。

【解決手段】一对の基板間に誘電率異方性が正のネマティック液晶の液晶層が挟持された液晶装置であって、前記液晶層における表示に利用される領域が少なくとも2種類の異なる液晶層厚d<sub>r</sub>, d<sub>t</sub>を有する領域22b, 22aからなり、前記液晶層厚が異なる個々の領域が反射表示部か透過表示部のいずれかとされるとともに、前記反射表示部には反射手段6eが配され、前記透過表示部に対応する部分以外には透明な樹脂層22bが形成されていることを特徴とする。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 一対の基板間に誘電率異方性が正のネマティック液晶の液晶層が挟持された液晶装置であって、前記液晶層における表示に利用される領域が少なくとも2種類の異なる液晶層厚を有する領域からなり、前記液晶層厚が異なる個々の領域が反射表示部か透過表示部のいずれかとされるとともに、前記反射表示部には反射手段が配され、前記反射表示部に相当する液晶層厚が前記透過表示部に相当する液晶層厚よりも小さくされてなり、反射表示部に対応する液晶層の厚さをdhとし、透過表示部に対応する液晶層の厚さをdtとすると、 $1.8 \leq dh \leq dt \leq 2.4 dh$ の関係式が満足されることを特徴とする液晶装置。

【請求項2】 前記基板の液晶層側に表示領域の液晶層駆動用の複数の電極が形成されるとともに、前記各電極により駆動される個々の分割画素領域が、少なくとも2種類の異なる液晶層厚を有する領域からなることを特徴とする請求項1記載の液晶装置。

【請求項3】 前記液晶層を構成するネマティック液晶の屈折率異方性を $\Delta n$ とし、前記反射表示部の液晶層の厚さdhとの積を $\Delta n dh$ 、前記透過表示部の液晶層の厚さdtとの積を $\Delta n dt$ とすると、 $1.8 \Delta n dh \leq \Delta n dt \leq 2.4 \Delta n dh$ の関係式が満足されることを特徴とする請求項1または2記載の液晶装置。

【請求項4】 前記反射手段を有する側の基板に対向する他側の基板に、前記透過表示部の液晶層に面する凹部が形成されて、前記反射表示部に相当する液晶層厚が前記透過表示部に相当する液晶層厚よりも小さくされてなることを特徴とする請求項1ないし3のいずれかに記載の液晶装置。

【請求項5】 一対の基板間に液晶層が挟持された液晶装置において、前記液晶層における表示に利用される領域が少なくとも2種類の異なるプレチルト角を有する反射表示部と透過表示部からなり、前記反射表示部には反射手段が配され、前記反射表示部に相当する領域のプレチルト角が前記透過表示部に相当する領域のプレチルト角よりも大きくなれてなり、前記反射表示部に対応する液晶のプレチルト角を $\theta h$ とし、前記透過表示部に対応する液晶層のプレチルト角を $\theta t$ とすると、 $30^\circ \leq \theta h - \theta t \leq 50^\circ$ 度の関係式が満足されることを特徴とする液晶装置。

【請求項6】 一対の基板間に液晶層が挟持された液晶装置において、前記液晶層における表示に利用される領域が少なくとも2種類の異なる位相差を有する透過表示部と反射表示部からなり、前記透過表示部にのみ位相差層が形成されてなることを特徴とする請求項5記載の液晶装置。

【請求項7】 誘電率異方性が正のネマティック液晶から前記液晶層が形成されてなることを特徴とする請求項5または6に記載の液晶装置。

【請求項8】 一対の基板間に誘電率異方性が正のネマティック液晶の液晶層が挟持された液晶装置であって、前記液晶層における表示に利用される領域が少なくとも2種類の異なる液晶層厚を有する領域からなり、前記液晶層厚が異なる個々の領域が反射表示部か透過表示部のいずれかとされるとともに、前記反射表示部には反射手段が配され、前記透過表示部に対応する部分以外には透明な樹脂層が形成されていることを特徴とする液晶装置。

【請求項9】 前記透明な樹脂層がアクリル系樹脂であることを特徴とする請求項8記載の液晶装置。

【請求項10】 前記透明な樹脂層はカラーフィルタの保護膜であることを特徴とする請求項8記載の液晶装置。

【請求項11】 一対の基板間に誘電率異方性が正のネマティック液晶の液晶層が挟持された液晶装置であって、前記液晶層における表示に利用される領域が少なくとも2種類の異なる液晶層厚を有する領域からなり、前記液晶層厚が異なる個々の領域が反射表示部か透過表示部のいずれかとされるとともに、前記反射表示部には反射手段が配され、前記反射表示部に相当する液晶層厚が前記透過表示部に相当する液晶層厚よりも小さくされてなり、前記反射表示部と前記透過表示部の液晶は常に同一材料の透明電極によって電圧が印加されることを特徴とする液晶装置。

【請求項12】 一対の基板間に誘電率異方性が正のネマティック液晶の液晶層が挟持された液晶装置であって、前記液晶層における表示に利用される領域が少なくとも2種類の異なる液晶層厚を有する領域からなり、前記液晶層厚が異なる個々の領域が反射表示部か透過表示部のいずれかとされるとともに、前記反射表示部には反射手段が配され、前記反射表示部に相当する液晶層厚が前記透過表示部に相当する液晶層厚よりも小さくされてなり、かつ、前記透過表示部は矩形形状をなし、前記矩形形状の長手方向と液晶配向膜の配向処理方向が概ね平行であることを特徴とする液晶装置。

【請求項13】 請求項1ないし12のいずれかに記載の液晶装置を表示部に備えたことを特徴とする電子機器。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、液晶層を挟んで設けられる一対の基板を備えた液晶装置とそれを備えた電子機器に関し、特に、透過型と反射型の両方の構造を具備させて明るく高コントラストな表示を得られるようにした技術に関する。

【0002】

【従来の技術】ノート型パーソナルコンピュータ、携帯型ゲーム機や電子手帳などの種々の電子機器には表示部として消費電力の少ない液晶表示装置が多用されてい

る。特に近年は表示内容の多用化に伴って、カラー表示が可能な液晶表示装置の需要が高まっており、中でも液晶表示装置には使用目的に応じて反射型の構造のものと透過型の構造のものが知られている。

【0003】透過型液晶表示装置は、バックライトを設けた構造を有し、暗所での視認性を向上させてはいるが、逆にバックライトよりも明るい外部光が存在する屋外等においては視認性が低下するものであり、消費電力も高いものである。また、反射型液晶表示装置は外部からの光を反射膜により反射させて表示する構造であり、バックライトが不要であるがために、低消費電力の利点を有するものの、外部からの光が弱い暗所では視認性が低下するものである。

【0004】そこで、従来の透過型液晶表示装置の利点と反射型液晶表示装置の利点の双方を具備させ得る構造として半透過反射型の液晶表示装置が提供されている。図18は特開平10-282488号公報に開示されたこの種従来の半透過反射型液晶表示装置の一例を示すもので、この例の半透過反射型液晶表示装置Aは、上下のガラス基板100、101の間に液晶層102が挟持され、下方のガラス基板101の外方にバックライトユニット103が具備されてなる基本構造とされたものである。前記下方のガラス基板101の液晶側の上面には、微細な光透過用ホール104を複数備えた反射膜105が間欠的に複数形成され、これらの反射膜105の大部分を覆うように透明導電材料からなる液晶駆動電極106が形成され、更に基板101上に各液晶駆動電極106を駆動するための配線パターン107とTFT素子（薄膜トランジスタ素子）108が形成されるとともに、前記反射膜105の一部が配線パターン107上とTFT素子108上に絶縁膜110を介し延出形成され、これら反射膜105と液晶制御電極106を覆って配向膜111が形成されている。また、上方のガラス基板100の液晶層102側の面にはカラーフィルタ113と対向電極114と配向膜115が積層されている。なお、図18に示す構造において、ガラス基板100、101の外方には位相差板や偏光板が適宜設けられるが、図18ではそれらを省略している。

【0005】図18に示す構造の半透過反射型液晶表示装置Aにおいて、装置の外部側から入射する光はガラス基板100、カラーフィルタ113、対向電極114、配向膜115、液晶層102、配向膜111、液晶駆動電極106を通過し、反射膜105で反射された後に、再び液晶駆動電極106、配向膜111、液晶層102、配向膜115、透明電極114、カラーフィルタ113、ガラス基板100を通過して観測者の肉眼に到達する。この際に反射膜105が反射させた光の透過率を配向制御される液晶層102が制御するのでカラー表示を行うことができる。また、バックライトユニット103が発生させた光は光透過用ホール104を通過して液

晶駆動電極106、配向膜111、液晶層102、配向膜115、対向電極114、カラーフィルタ113、ガラス基板100を通過して観測者の肉眼に到達するが、配向制御される液晶層102が光の透過率を制御するのでカラー表示を行うことができる。

【0006】図18に示す半透過反射型液晶表示装置Aは、バックライト103からの透過光を利用した透過表示と外光を利用した反射表示を1つの液晶装置で実現することができる。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】ところで、図17に示す半透過反射型液晶表示装置Aにおいて、液晶層の厚さをd、液晶の屈折率異方性を△n、これらの積算値として示される液晶のリタデーションを△ndとすると、反射型液晶表示を行う部分の液晶のリタデーション△ndは、入射光が2回液晶層102を通過してから観測者に到達するので $2 \times \Delta n d$ で示されるが、透過型液晶表示を行う部分の液晶のリタデーション△ndはバックライトユニット103からの光が1回のみ液晶層102を通過するので $1 \times \Delta n d$ となる。

【0008】このように反射型液晶表示を行う部分と透過型液晶表示を行う部分においてリタデーションの値が異なる構造であるのに対し、液晶層102の液晶分子の配向制御を行う場合に、透明電極104と反射電極105から同じ駆動電圧で液晶に電界を印加して配向制御を行っているが、液晶において、表示形態の異なる、換言すると、透過表示領域と反射表示領域においてリタデーションの異なる状態の液晶の配向を同一の駆動電圧で配向したのでは、高コントラストの表示を得ることができず、明るい表示を得ることが難しい問題を有していた。

【0009】本発明は上述の課題に鑑みてなされたものであり、半透過反射型液晶表示装置として、バックライトの透過光を利用した場合は、透過光を有効に利用して明るくコントラストの高い表示状態を得ることができ、反射型液晶表示装置として外部光を利用した場合は、外部光を有効に利用して明るくコントラストの高い表示状態を得ることができる液晶装置を提供することを目的の1つとする。

【0010】また、本発明は上述の課題に鑑みてなされたものであり、透過表示を行う部分と反射表示を行う部分のリタデーションを近い範囲になるように調整した上で液晶の配向を制御することができる構造にして、透過表示の場合においても反射表示の場合においても明るく、高コントラストな表示形態を得られるようにした液晶表示装置を提供することを目的とする。

【0011】さらに、透過表示部と反射表示部の境界に生じる配向不良をなくすことを目的とする。

【0012】

【課題を解決するための手段】本発明の反射型液晶表示装置は、前記課題を解決するために、一対の基板間に誘

電率異方性が正のネマティック液晶の液晶層が挟持された液晶装置であって、前記液晶層における表示に利用される領域が少なくとも2種類の異なる液晶層厚を有する領域からなり、前記液晶層厚が異なる個々の領域が反射表示部か透過表示部のいずれかとされるとともに、前記反射表示部には反射手段が配され、前記反射表示部に相当する液晶層厚が前記透過表示部に相当する液晶層厚よりも小さくされてなり、反射表示部に対応する液晶層の厚さをdhとし、透過表示部に対応する液晶層の厚さをdtとすると、 $1.8 \text{ dh} \leq dt \leq 2.4 \text{ dh}$ の関係式が満足されることを特徴とする。

【0013】 $1.8 \text{ dh} \leq dt \leq 2.4 \text{ dh}$ の関係式を満足するように反射表示部の液晶層厚と透過表示部の液晶層厚を設定するならば、反射表示した領域の液晶の透過率と透過表示した領域の液晶の透過率とを揃えることができ、反射表示部と透過表示部においてコントラストの高い表示状態に保つことができる。

【0014】本発明において、前記基板の液晶層側に表示領域の液晶層駆動用の複数の電極が形成されるとともに、前記各電極により駆動される個々の分割画素領域が、少なくとも2種類の異なる液晶層厚を有する領域からなることが好ましい。

【0015】このような構造とすることで各電極が液晶を配向制御する場合により小さな領域で反射表示部と透過表示部を使い分けることができ、反射表示部と透過表示部を使い分けた場合において高コントラストな表示を得られる。

【0016】本発明において、前記液晶層を構成する液晶の屈折率異方性を $\Delta n$ とし、前記反射表示部の液晶層の厚さdhとの積を $\Delta n \text{ dh}$ 、前記透過表示部の液晶層の厚さdtとの積を $\Delta n \text{ dt}$ とすると、 $1.8 \Delta n \text{ dh} \leq \Delta n \text{ dt} \leq 2.4 \Delta n \text{ dh}$ の関係式が満足されることが好ましい。

【0017】 $1.8 \Delta n \text{ dh} \leq \Delta n \text{ dt} \leq 2.4 \Delta n \text{ dh}$ の関係式を満足するように反射表示部の液晶層厚と透過表示部の液晶層厚を設定するならば、反射表示した領域の液晶の透過率と透過表示した領域の液晶の透過率とを揃えることができ、反射表示部と透過表示部において確実にコントラストの高い表示状態に保つことができる。

【0018】更に本発明は、前記反射手段を有する側の基板に対向する他側の基板に、前記透過表示部の液晶層に面する四部が形成されて、前記反射表示部に相当する液晶層厚が前記透過表示部に相当する液晶層厚よりも小さくされてなることを特徴とする。

【0019】本発明において、一対の基板間に液晶層が挟持された液晶装置において、前記液晶層における表示に利用される領域が少なくとも2種類の異なるプレチルト角を有する反射表示部と透過表示部とからなり、前記反射表示部には反射手段が配され、前記反射表示部に相当する領域のプレチルト角が前記透過表示部に相当する

領域のプレチルト角よりも大きくされてなり、前記反射表示部に対応する液晶のプレチルト角を $\theta h$ とし、前記透過表示部に対応する液晶層のプレチルト角を $\theta t$ とすると、 $30^\circ \leq \theta h - \theta t \leq 50^\circ$ の関係式が満足される構造を採用しても良い。

【0020】先の一対の基板間に液晶層が挟持された液晶装置において、前記液晶層における表示に利用される領域が少なくとも2種類の異なる位相差を有する透過表示部と反射表示部からなり、前記透過表示部にのみ位相差層が形成されてなることを特徴とする構造でも良い。

【0021】本発明の構成において、液晶層の液晶を配向制御する複数の電極が液晶層の表示領域の画素に対応させて設けられ、各画素に対応する液晶に電界を印加する個々の電極が反射電極部と透過電極部とから構成されたものでも良い。画素毎に透過表示部と反射表示部を有するならば、高精細な液晶パネルを構成しても、透過表示と反射表示を切り替えて高精細な表示に使用できる。

【0022】本発明の液晶装置は、一対の基板間に誘電率異方性が正のネマティック液晶の液晶層が挟持された液晶装置であって、前記液晶層における表示に利用される領域が少なくとも2種類の異なる液晶層厚を有する領域からなり、前記液晶層厚が異なる個々の領域が反射表示部か透過表示部のいずれかとされるとともに、前記反射表示部には反射手段が配され、前記透過表示部に対応する部分以外には透明な樹脂層が形成されていることを特徴とする。

【0023】この手段によれば、透明な樹脂層によって反射表示部より透過表示部の液晶層厚が厚い液晶装置を実現することができる。これにより、反射表示した領域の液晶の透過率と透過表示した領域の液晶の透過率とを揃えることができ、反射表示部と透過表示部においてコントラストの高い表示状態に保つことができる。透明な樹脂層はアクリル系樹脂を用いれば、容易に形成することができる。さらに、カラーフィルタの保護膜で透明な樹脂層を形成しても構わない。樹脂層は、可視光域の光に対して透明であれば、反射表示に悪影響（着色、明るさ低下など）を与えない。

【0024】本発明の液晶装置は、一対の基板間に誘電率異方性が正のネマティック液晶の液晶層が挟持された液晶装置であって、前記液晶層における表示に利用される領域が少なくとも2種類の異なる液晶層厚を有する領域からなり、前記液晶層厚が異なる個々の領域が反射表示部か透過表示部のいずれかとされるとともに、前記反射表示部には反射手段が配され、前記反射表示部に相当する液晶層厚が前記透過表示部に相当する液晶層厚よりも小さくされてなり、前記反射表示部と前記透過表示部の液晶は常に同一材料の透明電極によって電圧が印加されることを特徴とする。

【0025】この手段によれば、透過表示部と反射表示部の境界が同一材料の透明電極で連続的につながってい

るので、境界部がなだらかな傾斜を持つようになり、反射表示部と透過表示部の段差に生じる配向不良を最小限に抑制することができ、反射表示部および透過表示部ともコントラストの高い表示状態に保つことができる。また、液晶層には常に同一材料の透明電極によって電圧が印加されるので、異材料間に生じる極性差（電位差）がない。これにより、フリッカや残像などの表示不良をなくすことができ、反射表示部および透過表示部ともコントラストの高い表示状態に保つことができる。

【0026】本発明の液晶装置は、一対の基板間に誘電率異方性が正のネマティック液晶の液晶層が挟持された液晶装置であって、前記液晶層における表示に利用される領域が少なくとも2種類の異なる液晶層厚を有する領域からなり、前記液晶層厚が異なる個々の領域が反射表示部か透過表示部のいずれかとされるとともに、前記反射表示部には反射手段が配され、前記反射表示部に相当する液晶層厚が前記透過表示部に相当する液晶層厚よりも小さくされてなり、かつ、前記透過表示部は矩形形状をなし、前記矩形形状の長手方向と液晶配向膜の配向処理方向が概ね平行であることを特徴とする。

【0027】この手段によれば、反射表示部と透過表示部の段差に生じる配向不良を最小限に抑制することができ、反射表示部および透過表示部ともコントラストの高い表示状態に保つことができる。

【0028】本発明は、先の請求項のいずれかに記載の液晶装置を表示部に備えたことを特徴とする電子機器であっても良い。これらの電子機器においては透過表示と反射表示の双方において高コントラストな表示を得ることができる。

#### 【0029】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施形態について図面に基づいて説明する。

【0030】「第1実施形態」図1と図2は、本発明に係る半透過反射型液晶表示装置をアクティブマトリクスタイプの液晶表示装置に適用した第1実施形態を示すもので、この第1実施形態の半透過反射型液晶表示装置Dは、図1に示す断面構造の如く上下に対向配置された透明のガラス等からなる基板1、2の間に液晶層3が挟持された基本構造とされている。なお、図面では省略されているが、実際には基板1、2の周縁部側にシール材が介在されていて、液晶層3を基板1、2とシール材と取り囲むことにより液晶層3が基板1、2間に封入された状態で挟持されている。また、図1において下方の基板2の更に下方側にはバックライト4が設けられている。図1に示す半透過反射型液晶表示装置Dにおいて基板1の液晶層3側には透明電極5が形成され、基板2の液晶層3側には平面視矩形状の複数の電極6が、図1の紙面左右方向、および、図1の紙面垂直方向に相互に離間して表示領域に対応するように形成されている。なお、前記電極6は後に詳述するように光反射性の金属か

らなる平面視矩形棒状の反射電極部6aとこの反射電極部6aの中央部に形成された透孔6b内に配置された透明電極部6cから構成されている。液晶表示装置Dにおいて表示領域は多数の画素Gが集合して構成され、各画素Gは例えば図2に示すように電極6を平面視した場合に縦長の3つの電極6が集合した正方形形状の部分により区画される。本実施形態の液晶表示装置Dはカラー表示を前提とした構造とされているので、具体的に図2に示す3つの電極6で区画される平面視正方形形状の1つの画素Gが、3つの分割画素領域G1、G2、G3に分割されている。そして、これらの分割画素領域G1～G3に対応する電極6の中央部分に個々に長方形形状の透孔6bが形成され、これらの透孔6bの内側に透明電極部6cが形成されている。

【0031】より具体的には、電極6の下方に位置する基板2の上面に透孔6bの位置に合わせて凹部2aが形成され、凹部2aが形成された部分の周囲が突部2bとされるとともに、前記凹部2bの内表面に透明電極部6cが形成され、突部2bの上面に光反射性の金属電極からなる反射電極部（反射手段）6aが形成され、反射電極部6aと透明電極部6cが接続一体化されて電極6が構成されている。

【0032】また、これらの電極6a、6cの上にはこれらの電極とその周囲部分を覆って配向膜7が形成されている。

【0033】前記電極6に形成された透孔6bの大きさは、分割画素領域G1、G2、G3のいずれか1つの大きさに対し、各分割画素領域の縦幅と横幅をいずれも数分の一程度とした大きさに形成される。ここで、前記基板1をガラス基板とした場合には、前記凹部2aを形成するには、ガラス基板上にレジストを塗布した後にフッ酸(HF)を用いたエッチング処理を行い、エッチング処理後にレジストを剥離するフォトリソ工程を行えば良い。次に、前記電極6の周囲のコーナ部分には、これらの電極6を駆動するためのスイッチング素子としての薄膜トランジスタ部17が形成され、更に電極6の薄膜トランジスタ部17に給電するためのゲート配線18とソース配線19とが配線されている。なお、本実施形態ではスイッチング素子として薄膜トランジスタ部17が設けられているが、このスイッチング素子として2端子型の線形素子、あるいは、その他の構造のスイッチング素子を適宜設けても良いのは勿論である。

【0034】一方、前記基板2に凹部2aと突部2bを形成することにより、基板1、2間に挟持された液晶層3の厚さは凹部2aに対応する部分と突部2bに対応する部分とにおいて異なるように形成されている。ここで凹部2aに対応する領域の液晶層3の厚さをdtとし、突部2bに対応する領域の厚さをdrとともに、液晶層3を構成する液晶分子自信が有する屈折率異方性を $\Delta n$  (=  $\Delta n_{\parallel} - \Delta n_{\perp}$  : 液晶分子の長軸に平行な方

向の屈折率から液晶分子の長軸に垂直の方向の屈折率を引いた値) とすると、 $dt$  と  $dr$  の値の間には以下の(1)式を満足する関係を有することが好ましい。

$$【0035】 1.8 \times dr \leq dt \leq 2.4 \times dr \cdots (1)$$

次に、液晶層の厚さ(換言すると、基板1、2間の凹部2a部分に対応する基板間ギャップあるいは突部2b部分に対応する基板間ギャップ)  $dr$ あるいは  $dt$ と、屈折率異方性の積算値であるリターデーション  $\Delta n$   $dr$ あるいは  $\Delta n$   $dt$ については以下の(2)式を満足することが好ましい。

$$1.8 \times \Delta n dr \leq \Delta n dt \leq 2.4 \times \Delta n dr \cdots (2)$$

一方、基板2に対向する側の基板1の液晶層3側には、カラーフィルタ10と電極5と配向膜11とが積層されている。

【0036】以上の構造において、電極5と電極6とに挟まれる液晶層3の表示領域を1つの分割画素領域とすると、電極5と反射電極部6aとの間の部分の液晶層3に相当する部分が反射表示部Rとされるとともに、電極5と透明電極部6cとの間の部分の液晶層3に相当する部分が透過表示部Tとされる。

【0037】また、各分割画素領域G1、G2、G3の平面位置に対応するようにカラーフィルタ10の各着色部分が配置される。カラーフィルタ10は「R(赤色)、G(緑色)、B(青色)」のいずれかに着色された着色部10A、10B、10Cとこれら着色部の境界部分に配置された遮光層(ブラックマトリクス)10aとから構成され、分割画素領域G1、G2、G3のいずれかにカラーフィルタ10の3原色「R(赤色)、G(緑色)、B(青色)」のいずれかの着色部が配置され、各分割画素領域の周囲部分の表示に寄与しない部分にカラーフィルタ10の遮光層10aが配置されている。なおここで、図1に示すカラーフィルタ10の構造においては、着色層10A(赤)、10B(緑)、10C(青)の順に着色部が繰り返し配列されているが、これら着色部の配列順序は一例であって、外にランダム配置、モザイク配置、あるいは他の順序の配列等のいずれの配列であっても良い。

【0038】また、前記基板1の上面側(観測者側)には位相差板12と偏光板13とが配置されるとともに、基板2の下面側にも位相差板14と偏光板15とが配置されている。これらの位相差板と偏光板は必要な数だけ設けることができる。

【0039】次に、図1と図2に示す構造の半透過反射型液晶表示装置Dの作用効果について説明する。

【0040】本実施形態の液晶表示装置Dにおいて、反射表示を行う場合には、装置の外部側から入射する光を利用し、この入射光を基板1の外部側からカラーフィルタ10、電極5、配向膜11を介して液晶層3側に導き、配向膜7を通してさせた後に反射電極部6aで反射させて再度液晶層3を通過させてから配向膜11、電極

5、カラーフィルタ10、基板1、位相差板12、偏光板13を介して装置外部に戻すことにより観察者に到達させて反射型のカラー表示を行うことができる。この反射型のカラー表示を行う場合に、電極5、6によって液晶層3の液晶を配向制御することで、液晶層3を通過する光の透過率を変えて明暗表示することができる。

【0041】また、透過表示を行うには、バックライト4から発せられた光を偏光板15、位相差板14、基板2、透明電極6c、配向膜7、液晶層3、配向膜11、電極5、カラーフィルタ10、基板1、位相差板12、偏光板13の順に透過させて透過カラー表示を行うことができる。この透過型のカラー表示を行う場合に、電極5、6によって液晶層3の液晶を配向制御することで、液晶層3を通過する光の透過率を変えて明暗表示することができる。

【0042】これらの表示形態において、反射型の表示形態においては液晶層3を入射光が2回通過するが、透過光に関してはバックライト4から発せられた光が液晶層3を1回しか通過しない。ここで液晶層3のリターデーションを考慮すると、反射型の表示形態と透過型の表示形態では同じ電圧を電極5、6から印加して配向制御した場合に、液晶のリターデーションの違いにより液晶の透過率の状態に違いを生じるが、本実施形態の構造では反射表示を行う領域、即ち、図1に示す反射電極部6aに相当する反射表示部Rの液晶層3の厚さ  $dt$  よりも、透過表示を行う透過表示領域、即ち、図1に示す透明電極部6cに相当する透過表示部Tの液晶層3の厚さ  $df$  を大きくし、しかも  $dt$  と  $df$  の関係を前述の(1)、(2)式のいずれかに合致する関係に設定しているので、反射表示部Rと透過表示部Tでの液晶層3としての電圧毎の透過率または反射率の状態を揃えることができる。よって、透過表示とした場合の同じ駆動電圧での表示の明るさを透過表示状態ではより高い明るさに、反射表示とした場合の同じ駆動電圧での表示の明るさをより高い明るさに揃えることができる。

【0043】より具体的には、後述する図12と図13を基に示す実施例の結果において明らかにするように、 $\Delta n d = 0.15$ とした場合の反射表示部Rの反射特性と $\Delta n d = 0.29$ とした場合の透過表示部Tの透過特性を比較すると、駆動電圧に応じて高い水準の透過率が高い反射率を得ることができることから、駆動電圧0か、低い駆動電圧の場合において、反射表示部においては高い反射率を得ることができ、透過表示部においては高い透過率を得ることができ、総じて反射表示部Rにおいても透過表示部Tにおいても明るい表示を得ることができる。一方、駆動電圧が高い場合において、反射表示部Rにおいては低い反射率を得ることができ、透過表示部Tにおいては低い透過率を得ることができ、総じて反射表示部Rにおいても透過表示部Tにおいてもより暗い黒表示を得ることができる。よって本第1実施形態の構

造により、反射表示部においても透過表示部においても高コントラストな表示状態を得ることができる。

【0044】「第2実施形態」図3は、本発明に係る半透過反射型液晶表示装置をアクティブマトリクスタイルの液晶表示装置に適用した第2実施形態を示すもので、この第2実施形態の半透過反射型液晶表示装置Eは、図1に示す断面構造の半透過反射型液晶表示装置Dとほぼ同等の構造であるので、同一部分には同一の符号を付して同一部分の説明を省略し、以下に構成の異なる部分を主体に説明する。

【0045】本第2実施形態の半透過反射型液晶表示装置Eにおいても上下に対向配置された透明のガラス等からなる基板1、22の間に液晶層3が挟持された基本構造は同等とされ、下方の基板22の下方側にはバックライト4が設けられている。

【0046】本第2実施形態の液晶表示装置Eでは、基板22の上面側にアクリル等の感光性樹脂層などの樹脂層からなる突部22bを複数形成して突部22bの間の部分に凹部22aが形成されている。感光性樹脂としては、感光材料を添加したアクリル樹脂等を適用することができる。前記凹部22aと突部22bの大きさと位置関係は、先の第1実施形態の凹部2aと突部2bの関係と同等とされている。従って凹部22aに対応する液晶層3の領域が透過表示部Tとされ、突部22bに対応する液晶層3の領域が反射表示部Rとされる点については先の第1実施形態と同等である。

【0047】次に、本第2実施形態の突部22bの液晶層側の上面は凹凸面とされている。この凹凸面は0.5～0.8μmの範囲の表面粗さとされてランダムに凹凸が形成されたものである。そして、この凹凸面上に反射電極部6aが形成されているので、凹凸面上の反射電極部6aにはランダムな凹凸を有する拡散反射面6eが形成されている。また、拡散反射面6eの上に被覆されている配向膜7においても凹凸面7eが形成されている。その他の構造は先の第1実施形態の半透過反射型液晶表示装置Dと同等である。

【0048】即ち、本第2実施形態の構造は反射表示部Rと透過表示部Tを分けるための凹凸を基板22上に別途形成した樹脂層の突部22bによって実現したものであるのに対し、先の第1実施形態の構造では基板2に直接形成した凹部2aと突部2bによって実現したものである点において相違しているが、その他の構造は同等とされている。

【0049】本第2実施形態の半透過反射型液晶表示装置Eにあっても、先の第1実施形態の液晶表示装置Dと同様に透過表示と反射表示を利用した表示形態をとることができ。その場合の効果としても、透過表示領域と反射表示領域とで液晶層の厚さを先の第1実施形態の場合と同様に変えているので、同等の効果を得ることができる。更に本第2実施形態においては、反射電極部6a

にランダムな凹凸を有する拡散反射面6eを形成したので、反射表示形態とする場合に入射光を拡散反射面6eで様々な方向に反射させることができ、高視野角の反射表示を得ることができる。

【0050】前記感光性樹脂層からなる突部22bの上面を凹凸形状とするには、例えば横断面矩形突起状のレジストを塗布形成し、これを加熱して軟化させ、半球状に加工したものを複数積み重ねることで凹凸面を有する突部22bを形成することができる。

【0051】「第3実施形態」図4は反射表示部と透過表示部において液晶層の厚さを表示領域毎に変えた構造の第3実施形態の半透過反射型液晶表示装置Fを示すもので、本第3実施形態の構造においても第1実施形態の半透過反射型液晶表示装置Dと同一の部分については同一符号を付してそれらの部分の説明を省略する。

【0052】本第3実施形態の半透過反射型液晶表示装置Fにおいても上下に対向配置された透明のガラス等からなる基板31、32の間に液晶層3が挟持された基本構造は同等とされ、下方の基板32の下方側にはバックライト4が設けられている。本第3実施形態の半透過反射型液晶表示装置Fにおいて、図4に示す一方(下方)の基板32の上面は平面状に形成されており、平面状に形成された基板32上に平面視矩形状の複数の電極36が表示領域に対応するように整列形成されている。これらの電極36は先に図2を基に説明した電極6と同等の平面構造とされており、金属製の平面視矩形棒状の反射電極部36aと、反射電極部36aの中央部に形成された透孔36b内に形成された平面視矩形状の透明電極部36cとから構成されているが、第1実施形態の場合と異なり、電極36が1層構造とされたものである。前記反射電極部36aの上面側には凹凸面が形成されて拡散反射面36eとされている。

【0053】更に、透明電極部36cを形成した部分に対応する上側の基板31の液晶層側の面には、凹部31aが形成されるとともに、前記反射電極部36aを形成した部分に対応する部分は突部31bとされていて、上側の基板31の液晶層側の面に形成されている電極35は凹凸を有する形状に形成されるが、各電極35の凹部を透明電極部36cに位置合わせて設けられている。

【0054】また、反射表示部(反射電極部36aに対応する部分)Rの液晶層3の厚さdfと、透過表示部(透過電極部36cに対応する部分)Tの液晶層3の厚さdtとが、先の第1実施形態の構造の場合と同等の(1)式を満足する関係とされている。また、 $\Delta n df$ と $\Delta n dt$ との関係も先の第1実施形態の構造と同等の(2)式を満足する関係とされている。

【0055】更に詳述すると、半透過反射型液晶表示装置Fにおいて表示領域は多数の画素が集合して構成され、各画素は図2に示す構造において電極6に対応する部分により画素が区画されるのと同様に、本実施形態の

装置Fでも電極36に対応する領域として構成される。本実施形態の液晶表示装置Fは、カラー表示を前提とした構造とされているので、具体的に図2において区画される平面視正方形形状の1つの画素Gが、先の第1実施形態の場合と同様に3つの電極36に対応する3つの分割画素領域G1、G2、G3に分割されている。そして、これらの分割画素領域G1～G3に対応するように電極36の中央部分に個々に長方形形状の透孔36bが形成され、これらの透孔36bの内側に透明電極部36cが形成され、反射電極部36aと透明電極部36cが接続一体化されて電極36が構成されている。

【0056】本第3実施形態の半透過反射型液晶表示装置Fにあっても、先の第1実施形態の液晶表示装置Dと同様に透過表示と反射表示を利用した表示形態をとることができ。その場合の効果としても、透過表示領域と反射表示領域とで液晶層の厚さを先の第1実施形態の場合と同等に式に合致する関係としているので、同等の効果を得ることができる。更に本第3実施形態においては、反射電極部36aにランダムな凹凸を有する拡散反射面36eを形成したので、反射表示形態とする場合に入射光を拡散反射面36eで様々な方向に反射させることができ、高視野角の反射表示を得ることができる。

【0057】「第4実施形態」図5は反射表示領域と透過表示領域において、液晶のプレチルト角を表示領域毎に変えた構造を有する第4実施形態の半透過反射型液晶

$$\Delta n(\theta) = \{ (n_{\parallel} - n_{\perp}) / (n_{\parallel}^2 \cdot \sin^2 \theta + n_{\perp}^2 \cdot \cos^2 \theta)^{1/2} \} - n_{\perp} \quad (4)$$

この(4)式によれば、液晶のプレチルト角を高くすると複屈折性が小さくなるので、反射表示部においてはプレチルト角を大きく、透過表示部においてはプレチルト角を小さくすることで $\Delta n$ を調節できることが明らかである。

【0063】よって図5に示す構造を採用することで反射表示部Rの液晶と透過表示部Tの液晶の複屈折性を調整することで、反射表示部Rと透過表示部Tの液晶の透過率を先の実施形態の場合と同様な状態にすることができる、本発明の目的を達成することができる。

【0064】「第5実施形態」図6は反射表示部Rと透過表示部Tにおいて、透過表示部Tの $\Delta n dt$ を反射表示部Rの $\Delta n dr$ に対して向上させるため構造を有する第5実施形態の半透過反射型液晶表示装置Jを示すもので、反射電極部36の透孔36b内に透明電極部36cに加えて高分子液晶層などからなる位相差層36dを積層し、この位相差層36dにバックライト4が発生させた透過光を通過させることでリターデーションを調整した構造である。

【0065】ここで透過光のリターデーションを調整するために設ける位相差層36dの形成位置は、透過光がバックライト4から発生されて基板32側の偏光板15と位相差板14を通過した後であって、基板1側の位相差

表示装置Gを示すもので、本第4実施形態の構造において第3実施形態の半透過反射型液晶表示装置Fと同一の部分については同一符号を付してそれらの部分の説明を省略する。

【0058】本第4実施形態の半透過反射型液晶表示装置Gは、先の第3実施形態の上側の基板31に凹部31aを設けた構造とは異なり、液晶層3を第1実施形態の上側の基板1と第3実施形態の下側の基板32とで挟持する構造であり、上側の基板1は先の第1実施形態の構造と同様に凹部を設けていない構造とする。

【0059】また、反射表示部Rに対応する領域の液晶のプレチルト角が透過表示部Tに対応する領域の液晶のプレチルト角よりも大きくなっている。例えば、図5において反射表示部Rに対応する領域における液晶分子(図5において細長い楕円で示す)のプレチルト角を $\theta_r$ とし、透過表示部Tに対応する領域における液晶分子のプレチルト角を $\theta_t$ とすると、 $\theta_t > \theta_r$ の関係とする。

【0060】また、この関係において、 $30^\circ \leq \theta_r - \theta_t \leq 50^\circ \dots (3)$  の式の関係がより好ましい。

【0061】これは、液晶の屈折率異方性 $\Delta n$ と液晶のプレチルト角 $\theta$ との間には以下の(4)式に示す関係が存在することに起因する。

【0062】

板12と偏光板13を通過する前であれば良いので、図6の2点鎖線に示すように上側の基板1に位相差層50を内蔵化しても良い。

【0066】よって図6に示す構造を採用することで反射表示部Rの液晶と透過表示部Tの液晶のリターデーションを調整することで、反射表示部Rと透過表示部Tの液晶の透過率を先の実施形態の場合と同等に調整することができ、本発明の目的を達成することができる。

【0067】以上説明した液晶表示装置D、E、F、G、Jは、いずれも本発明をアクティブマトリクス型の液晶表示装置に適用した実施形態を示すが、本発明を単純マトリクス方式の液晶表示装置に適用しても良いのは勿論である。以下に単純マトリクス方式の液晶装置に本発明を適用した実施形態について説明する。

【0068】「第6実施形態」図7と図8は、本発明に係る半透過反射型液晶表示装置を単純マトリクスタイプの液晶表示装置に適用した第6実施形態を示すもので、この第6実施形態の半透過反射型液晶表示装置Kは、図7に示す断面構造の如く上下に対向配置された透明のガラス等からなる基板1、20の間に液晶層3が挟持された基本構造とされている点については先の各実施形態と同等であり、図7において下方の基板20の更に下方側にはバックライト4が設けられている。

【0069】図7に示す半透過反射型液晶表示装置Kにおいて基板1の液晶層3側には平面視短冊状の透明電極50が、図7の紙面垂直方向に伸びるように、かつ、図7の紙面左右方向に相互に離間して表示領域に対応するように形成され、基板20の液晶層3側には平面視短冊状の複数の電極60が、図7の紙面左右方向に伸びるように、かつ、図7の紙面垂直方向に相互に離間して表示領域に対応するように形成され、上下の電極50、60は平面視90°に交差するように配置されている。なお、前記電極60は後に詳述するように光反射性の金属からなる反射電極部60aとこの反射電極部60aの一部に形成された透孔60b内に配置された透明電極部60cとから構成されている。

【0070】半透過反射型液晶表示装置Kにおいて表示領域は多数の画素が集合して構成され、各画素は図8に示すように電極50、60を平面視した場合に電極50と電極60とが交差した部分により区画される。本実施形態の液晶表示装置Kはカラー表示を前提とした構造とされているので、具体的に図8に示す鎖線で区画される平面視正方形状の1つの画素Gが、3本の電極50と1本の電極60との交差部分で区画され、1つの画素Gは1本の電極50と1本の電極60とで区画される分割画素領域G1、G2、G3に分割されている。そして、これらの分割画素領域G1～G3に対応する電極60の中央部分に個々に長方形形状の透孔60bが形成され、これらの透孔60bの内側に透明電極部60cが形成されている。より具体的には、電極60の下方に位置する基板20の上面に透孔60bの位置に合わせて凹部20aが形成され、凹部20aが形成された部分の周囲が突部20bとされ、前記凹部20bの内面に透明電極部60cが形成され、突部20bの上面に光反射性の金属電極からなる反射電極部(反射手段)60aが形成され、反射電極部60aと透明電極部60cが接続一体化されて電極60が構成されている。また、これらの電極60a、60cの上にはこれらの電極とその周囲部分を覆って配向膜70が形成されている。前記電極60に形成された透孔60bの大きさは、分割画素領域G1、G2、G3のいずれか1つの大きさに対し、各分割画素領域の縦幅と横幅をいずれも数分の一程度とした大きさに形成される。

【0071】なお、本実施形態の如くカラー表示を前提とするのではなく、白黒表示に対応した構造の場合は、電極50、60を同じ幅の短冊状の電極として後述のカラーフィルタを省略すれば良い。

【0072】前記基板20に凹部20aと突部20bを形成することにより、基板1、20間に挟持された液晶層3の厚さは凹部20aに対応する部分と突部20bに対応する部分とにおいて異なるように形成されている。ここで凹部20aに対応する領域の液晶層3の厚さをdtとし、突部20bに対応する領域の厚さをdrとすると

ともに、液晶層3を構成する液晶分子自信が有する屈折率異方性を $\Delta n$ (= $\Delta n_{\parallel}$  −  $\Delta n_{\perp}$ :液晶分子の長軸に平行な方向の屈折率から液晶分子の長軸に垂直の方向の屈折率を引いた値)とすると、dtとdrの値の間には先の(1)式～(2)式を満足する関係を有することが好ましい。

【0073】一方、基板20に對向する側の基板1の液晶層3側には、カラーフィルタ10と電極50と配向膜11とが積層されている。これらのうち、電極50は先に図8を基に説明した如く、電極60と交差状態で配置されるが、前記電極50の幅はこの実施形態では電極60の幅の3分の一程度、あるいはそれよりも若干小さい値に形成されているが、図8に示す形状と幅に限るものではない。

【0074】以上の構造において、3本の電極50と1本の電極60に挟まれる平面視正方形形状の液晶層3の表示領域を1つの画素と仮定すると、1本の電極50と1本の電極60の反射電極部60aとの間の部分の液晶層3に相当する部分が反射表示部Rとされるとともに、1本の電極50と1本の電極60の透明電極部60cとの間の部分の液晶層3に相当する部分が透過表示部Tとされる。

【0075】また、各分割画素領域G1、G2、G3の平面位置に対応するようにカラーフィルタ10の各着色部分が配置される。カラーフィルタ10は「R(赤色)、G(緑色)、B(青色)」のいずれかに着色された着色部10A、10B、10Cとこれら着色部の境界部分に配置された遮光層(ブラックマトリクス)10aとからなるので、分割画素領域G1、G2、G3のいずれかにカラーフィルタ10の3原色「R(赤色)、G(緑色)、B(青色)」のいずれかの着色部が配置され、各分割画素領域の周囲部分の表示に寄与しない部分にカラーフィルタ10の遮光層10aが配置されている。

【0076】また、基板1の上面側(観測者側)には位相差板12と偏光板13とが配置されるとともに、基板20の下面側にも位相差板14と偏光板15とが配置されている。これらの位相差板と偏光板は必要な数だけ設けることができる。

【0077】次に、図7と図8に示す構造の半透過反射型液晶表示装置Kの作用効果について説明する。

【0078】本実施形態の液晶表示装置Kにおいて、反射表示を行う場合には、装置の外部側から入射する光を利用し、この入射光を基板1の外部側からカラーフィルタ10、電極50、配向膜11を介して液晶層3側に導き、配向膜70を通過させた後に反射電極部60aで反射させて再度液晶層3を通過させてから配向膜11、電極50、カラーフィルタ10、基板1、位相差板12、偏光板13を介して装置外部に戻すことにより観察者に到達させて反射型のカラー表示を行うことができる。

【0079】また、透過表示を行うには、バックライト4から発せられた光を偏光板15、位相差板14、基板20、透明電極60c、配向膜70、液晶層3、配向膜11、電極50、カラーフィルタ10、基板1、位相差板12、偏光板13の順に透過させて透過カラー表示を行なうことができる。

【0080】これらの表示形態において、反射表示部Rの液晶層3の厚さdtよりも、透過表示部Tの液晶層3の厚さdfを大きくし、しかもdtとdfの関係を前述の(1)、(2)式のいずれかに合致する関係に設定しているので、反射表示部Rと透過表示部Tでの液晶層3としての電圧毎の透過率または反射率の状態をいずれも理想的な状態に揃えることができる。よって、透過表示とした場合の同じ駆動電圧での優れた表示の明るさと、反射表示とした場合の同じ駆動電圧での優れた表示の明るさを両立することができる。よって本第6実施形態の構造により、第1実施形態の場合と同様に、反射表示部においても透過表示部においても高コントラストな表示状態を得ることができる。

【0081】「第7実施形態」図18は、本発明に係る半透過反射型液晶表示装置をアクティブマトリクスタイルの液晶表示装置に適用した第7実施形態を示すものである。

【0082】本第7実施形態の半透過反射型液晶表示装置においても上下に対向配置された透明のガラス等からなる基板1803、1817の間に液晶層1808が挟持された基本構造は前述したその他の実施形態と同等とされ、下方の基板1817の下方側にはバックライトが設けられている。上方の基板1803の外面には、偏光板1801、位相差板1802が形成され、内面にはR(赤)G(緑)B(青)からなるカラーフィルタ1804、透明なアクリル樹脂からなる保護膜1805、透明電極1806、配向膜1807が順次形成されている。一方、下方の基板1817には液晶層1808側の内面に、凸凹構造を有する反射電極1811、透明電極1810、配向膜1809が形成され、バックライト側の外面上には位相差板1812、偏光板1813が配置されている。バックライトは、光源1815と導光板1814などから構成される。

【0083】本第7実施形態の液晶表示装置では、基板1803の内面側にアクリル等の感光性樹脂層などの樹脂層からなる保護膜1805を透過表示部以外の全体に形成して、透過表示部に凹部が形成されている。保護膜1805として用いた感光性樹脂としては、感光材料を添加したアクリル樹脂等を適用することができる。前記凹部の大きさと位置関係は、先の第1実施形態と同等とされている。従って凹部に対応する液晶層1808の領域が透過表示部Tとされ、突部に対応する液晶層1808の領域が反射表示部Rとされる点については先の第1実施形態と同等である。

【0084】「第8実施形態」図19は、本発明に係る半透過反射型液晶表示装置をアクティブマトリクスタイルの液晶表示装置に適用した第8実施形態を示すものである。

【0085】本第8実施形態の半透過反射型液晶表示装置においても上下に対向配置された透明のガラス等からなる基板1903、1917の間に液晶層1908が挟持された基本構造は前述したその他の実施形態と同等とされ、下方の基板1917の下方側にはバックライトが設けられている。上方の基板1903の外面には、偏光板1901、位相差板1902が形成され、透明電極1906、配向膜1907が順次形成されている。一方、下方の基板1917には液晶層1908側の内面に、凸凹構造を有する反射板1911、R(赤)G(緑)B(青)からなるカラーフィルタ1904、透明なアクリル樹脂からなる保護膜1905、透明電極1910、配向膜1909が順次形成され、バックライト側の外面上には位相差板1912、偏光板1913が配置されている。バックライトは、光源1915と導光板1914などから構成される。

【0086】本第8実施形態の液晶表示装置では、基板1917の内面側にアクリル等の感光性樹脂層などの樹脂層からなる保護膜1905を透過表示部以外の全体に形成して、透過表示部に凹部が形成されている。保護膜1905として用いた感光性樹脂としては、感光材料を添加したアクリル樹脂等を適用することができる。前記凹部の大きさと位置関係は、先の第1実施形態と同等とされている。従って凹部に対応する液晶層1908の領域が透過表示部Tとされ、突部に対応する液晶層1908の領域が反射表示部Rとされる点については先の第1実施形態と同等である。

【0087】また、本第8実施形態の液晶表示装置では、基板1917内面の透明電極1910は反射表示部、透過表示部とともに同じ材料のITOで形成されている。基板1903内面の透明電極1906も基板1917内面の透明電極1910と同じ材料であるITOで形成されている。

【0088】「第9実施形態」図20は、本発明に係る半透過反射型液晶表示装置をアクティブマトリクスタイルの液晶表示装置に適用した第9実施形態を示すものである。

【0089】本第9実施形態の半透過反射型液晶表示装置においても上下に対向配置された透明のガラス等からなる基板2003、2017の間に液晶層2008が挟持された基本構造は前述したその他の実施形態と同等とされ、下方の基板2017の下方側にはバックライトが設けられている。上方の基板2003の外面には、偏光板2001、位相差板2002が形成され、内面にはR(赤)G(緑)B(青)からなるカラーフィルタ2004、透明なアクリル樹脂からなる保護膜2005、透明

電極2006、配向膜2007が順次形成されている。一方、下方の基板2017には液晶層2008側の内面に、凸凹構造を有する反射板2011、SiO<sub>2</sub>からなる絶縁膜2016、透明電極2010、配向膜2009が形成され、バックライト側の外面には位相差板2012、偏光板2013が配置されている。バックライトは、光源2015と導光板2014などから構成される。

【0090】本第9実施形態の液晶表示装置では、基板2017内面の透明電極2010は反射表示部、透過表示部とともに同じ材料のITOで形成されている。基板2003内面の透明電極2006も基板2017内面の透明電極2010と同じ材料であるITOで形成されている。

【0091】図21は、図20の半透過反射型液晶装置に使用した下方基板2017の正面模式図である。基板2017上には、薄膜トランジスタ(TFT)素子2101、ゲート線2102、信号線2103、反射表示部2104、透過表示部2105などが形成されている。この基板上に形成される配向膜は、透過表示部2105の長手方向に平行にラビング法によって配向処理2106されている。

【0092】(電子機器の実施形態) 次に、前記第1～第6実施形態の半透過反射型液晶表示装置D、E、F、G、Jのいずれかを備えた電子機器の具体例について説明する。

【0093】図9(a)は、携帯電話の一例を示した斜視図である。

【0094】図9(a)において、符号200は携帯電話本体を示し、符号201は前記の半透過反射型液晶表示装置D、E、F、G、H、Jのいずれかを用いた液晶表示部を示している。

【0095】図9(b)は、腕時計型電子機器の一例を示した斜視図である。

【0096】図9(b)において、符号400は時計本体を示し、符号401は前記の半透過反射型液晶表示装置D、E、F、G、H、Jのいずれかを用いた液晶表示部を示している。

【0097】図9(c)は、ワープロ、パソコンなどの携帯型情報処理装置の一例を示した斜視図である。

【0098】図9(c)において、符号300は情報処理装置、符号301はキーボードなどの入力部、符号303は情報処理装置本体、符号302は前記の半透過反射型液晶表示装置D、E、F、G、Jのいずれかを用いた液晶表示部を示している。図9(a)～(c)に示す各々の電子機器は、前記の半透過反射型液晶表示装置D、E、F、G、Jのいずれかを用いた液晶表示部を備えたものであり、先に説明した第1～第6実施形態のいずれかの半透過反射型液晶表示装置D、E、F、G、Jの特徴を有するので、いずれの半透過反射型液晶表示裝

置D、E、F、G、Jを用いても透過表示と反射表示が可能な明るく、高コントラストな表示品質の優れた液晶表示部を備えた電子機器となる。

#### 【0099】

【実施例】対向するガラス製の基板1、2間に誘電異方性が正のネマティック液晶を挟持した液晶セルを組み立てた。上側のガラス基板の液晶層側に、ITOからなる全面電極を形成し、更にポリイミドの配向膜を形成した。下側のガラス基板の液晶層側には図1と図2に示す断面構造あるいは平面構造の凹凸部および透明電極部と反射電極部を有する画素電極を多数形成した。下側のガラス基板の上にエッチングにより平面視継幅100μm、平面視横幅20μmの長方形形状の凹部を50μmの間隔で320×3個(GVGAパネルの場合に320×3個:なお、VGAパネルを構成する場合は640×3個とする。)形成し、凹部の内表面にITOからなる透明電極部を形成し、それらの透明電極部の周囲を個々に覆うように図2に示す平面矩形状のA1薄膜からなる反射電極部を形成した。透明電極部と反射電極部とからなる電極を駆動するために薄膜トランジスタ回路を形成した。また、上側の基板1の配向膜のラビング方向と下側の基板の配向膜のラビング方向を180°異なるアンチパラレル方向(図10において、上側の基板の配向膜のラビング方向を+y方向、下側の基板の配向膜のラビング方向を-y方向)とした。

【0100】以上のように構成した前記液晶セルにおいて、反射表示部の液晶の複屈折△nを0.05、dを3.0μmとし、リタデーション値△ndを150nmとするとともに、透過表示部の液晶の複屈折△nを0.05、dを5.8μmとし、リタデーション値を290nmとした。

【0101】次に、上側の基板の上には図10に示すように2枚の位相差板12と1枚の偏光板13を重ね、下側の基板の下には2枚の位相差板14と1枚の偏光板15を重ねる構造としてバックライトを装着した。なお、上側の偏光板13の透過軸の傾斜角θ1は図11に示すようにX方向に平行なX軸に対して15°、1枚目の位相差板12の遅相軸の傾斜角度θ2をX軸に対して30°、リタデーション値(△nd)は260nm、2枚目の位相差板12の遅相軸の傾斜角度θ3をX軸に対して90°、リタデーション値は110nm、下側の基板2側に設けた1枚目の位相差板14の遅相軸の傾斜角度θ4を45°、リタデーション値は14nm、2枚目の位相差板14の遅相軸の傾斜角度θ5を70°、リタデーション値は270nm、偏光板15の透過軸の傾斜角度θ6を40°とした。

【0102】以上の構成の液晶セルを用いた場合、反射表示部(△nd=150nm=0.15μm)における駆動電圧に対する反射率の測定結果を図11に示し、透過表示部(△nd=290nm=0.29μm)における

る駆動電圧に対する透過率の測定結果を図12に示す。これらの図に示す関係から $\Delta n d$ が $0.15\mu m$ の構造の反射表示部においても、 $\Delta n d$ が $0.29\mu m$ の構造の透過表示部においても、駆動電圧が低い場合に95%を超える高い反射率あるいは透過率を有し、駆動電圧が4~5Vの場合に1%程度あるいはそれ以下の0に近い反射率あるいは透過率を有することが明らかである。

【0103】以上のことから $\Delta n d$ を調整した反射表示部と透過表示部を有する液晶セルであるならば、同じ駆動条件の電圧において、反射表示部において高い反射率と透過表示部において高い透過率の両方を満足する表示形態を得ることができる。

【0104】次に比較のために、ガラス基板に対して凹部を形成しないで電極を反射電極部と透明電極部から構成し、 $\Delta n d$ を $0.15\mu m$ (150nm)の一定値に設定した液晶セルを組み立て、その液晶セルにおける透過表示部の透過特性を測定した結果を図13に示し、ガラス基板に対して凹部を形成しないで電極を反射電極部と透明電極部から構成し、 $\Delta n d$ を $0.29\mu m$ (290nm)の一定値に設定した液晶セルを組み立て、その液晶セルにおける反射表示部の反射特性を測定した結果を図14に示す。

【0105】図13に示す結果から、 $\Delta n d$ を $0.15\mu m$ (150nm)に設定した場合に透過表示部の透過特性は液晶表示装置として極めて暗い程度の透過特性であり、30%を下回る透過率を示すのみであった。次に図14に示す結果から、 $\Delta n d$ を $0.29\mu m$ (290nm)に設定した場合に反射表示部における反射率は不安定であり、低電圧側で反射率が悪く、黒表示すると、2~3Vの駆動電圧において透過率が高く明るい表示形態であるが、4~5Vの駆動電圧において再度透過率が低く暗い表示となるというように、電圧に応じて反射率が3段階に変動するので、液晶表示装置として使用に供することが難しいという特性を示す。

【0106】以上説明の如く図11~図14に示す結果から、反射表示部の $\Delta n d$ を $0.15\mu m$ (150nm)に、透過表示部の $\Delta n d$ を $0.29\mu m$ (290nm)とした先に記載の反射表示部と透過表示部を有する構造であるならば、0~1.4Vの範囲の低電圧駆動条件においては反射率と透過率のいずれにも優れ、明るい表示が可能であり、4~5Vの範囲の高電圧駆動条件においては反射率と透過率を低くして良好な黒表示が可能な液晶表示装置を得ることができることが明らかになった。

【0107】次に、先の実施例構成と同等の構成の複数の液晶セルを用い、各液晶セルにおけるセルギャップを変更して、液晶層の厚さを適宜変更し、透過表示部と反射表示部のそれぞれの液晶層の厚さの比( $dt/df$ )と透過率との関係を測定した結果を図15に示す。

【0108】図15に示す関係から、透過率が80%以

上の場合、即ち、液晶セルの液晶表示においてより明るい表示を得るためにには、( $dt/df$ )の値を1.6以上、かつ2.6以下の範囲とすることが好ましいことが判明した。また、図16に示す関係から、更に明るい表示を得るために透過率として90%以上を得るためには、1.8以上、2.4以下とすることが好ましく、最も明るい95%以上の透過率を得るためにには1.9以上、2.3以下とする必要があることも判明した。

【0109】なお、図16において( $dt/df$ )の比をとることとは、透過表示部Tと反射表示部Rのそれぞれの構造の $\Delta n d$ の比をとったということと等価であると考えることができるので、先に限定した(1)~(2)式の数値範囲を立証することができた。

【0110】次に、図5に示す構造の液晶セルを組み立てた。この液晶セルにおいて、偏光板、位相差板、上側のガラス基板は先に示す実施例の液晶セルと同等であるが、下側の基板に凹部を形成することなしに平面状のガラス基板を用いた。下側の基板の透過電極部と反射電極部の平面形状は先の実施例の液晶セルと同等であり、平面図2に示すような電極形状となるように各部の大きさを先の実施例と同等とした。ただし、上側の基板に設ける配向膜と下側の基板に設ける配向膜に対し、反射電極部上の領域に対応する部分には液晶のプレチルト角を45°になるように垂直配向性の配向膜(例えば、JSR株式会社商品名:JALS-204)を使用し、透過電極部の領域に対応する部分には液晶のプレチルト角を1°になるように平行配向性の配向膜(例えば、JSR株式会社商品名:AL-1254)を用いた。なお、これらの配向膜は例えば特開平5-210099号公報に記載されている方法で作製することができる。

【0111】得られた液晶セルに対して反射表示部の液晶のプレチルト角から透過表示部の液晶のプレチルト角を引いた値と、(透過表示部のリタデーション値/反射表示部のリタデーション値)の関係を測定した結果を図16に示す。

【0112】図16に示す結果から、反射表示部と透過表示部のそれぞれの液晶のプレチルト角の差異に対し、30°以上、50°以下の範囲に設定するならば、リタデーションの比を概ね良好な表示特性が得られる1.4以上、2.5以下の範囲に調整できることが明らかである。

【0113】

【発明の効果】以上説明したように本発明の液晶装置によれば、半透過反射型液晶装置構造において、反射表示部に対応する液晶層の厚さを $dh$ とし、透過表示部に対応する液晶層の厚さを $dt$ とすると、 $1.8 dh \leq dt \leq 2.4 dh$ の関係式を満足するように反射表示部の液晶層厚と透過表示部の液晶層厚を設定するならば、反射表示した領域の液晶の透過率と透過表示した領域の液晶の透過率とを揃えることができ、反射表示部と透過表示部に

おいて、いずれも高いコントラストの表示状態を保つことができる。

【0114】また、このような高いコントラストの表示状態を得るために、ネマティック液晶の屈折率異方性を $\Delta n$ とし、前記反射表示部の液晶層の厚さ $d_h$ との積を $\Delta n d_h$ 、前記透過表示部の液晶層の厚さ $d_t$ との積を $\Delta n d_t$ とすると、 $1.8 \Delta n d_h \leq \Delta n d_t \leq 2.4 \Delta n d_h$ の関係式が満足するように構成しても良い。

【0115】更に、反射表示部と透過表示部において液晶層の厚さを変える場合に、反射手段を有していない側の基板の液晶層側に透過表示部に対応するように凹部を形成する構造を採用することができる。

【0116】反射表示部と透過表示部において液晶層の厚さを変える代わりに、液晶のプレチルト角を反射表示部の液晶のプレチルト角と透過表示部の液晶のプレチルト角の差異において、 $30\sim50^\circ$ の範囲とすることでも本発明の目的を達成することができ、反射表示部と透過表示部のいずれにおいても高コントラストの表示状態を得ることができる。

【0117】カラーフィルタ上に形成する透明な保護膜を透過表示部に対応する部分には形成しないことで、透過表示部だけに凹部を形成する構造を採用することができる。

【0118】透過表示部と反射表示部の境界が同一材料の透明電極で連続的につながっているので、境界部がなだらかな傾斜を持つようになり、反射表示部と透過表示部の段差に生じる配向不良を最小限に抑制することができ、反射表示部および透過表示部ともコントラストの高い表示状態に保つことができる。

【0119】透過表示部は矩形形状をしていて矩形形状の長手方向と液晶配向膜の配向処理方向が概ね平行であるので、反射表示部と透過表示部の段差に生じる配向不良を最小限に抑制することができ、反射表示部および透過表示部ともコントラストの高い表示状態に保つことができる。

【0120】更に、本発明にかかる液晶表示装置を備えた電子機器であるならば、透過表示と反射表示の両方を有效地に利用でき、高コントラストな表示が可能な電子機器を提供できる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】 図1は本発明に係る半透過反射型液晶表示装置の第1実施形態を示す断面図。

【図2】 図2は図1に示す第1実施形態の構造の電極形状を示す平面図。

【図3】 図3は本発明に係る半透過反射型液晶表示装置の第2実施形態を示す断面図。

【図4】 図4は本発明に係る半透過反射型液晶表示装置の第3実施形態を示す断面図。

【図5】 図5は本発明に係る半透過反射型液晶表示装置の第4実施形態を示す断面図。

【図6】 図6は本発明に係る半透過反射型液晶表示装置の第6実施形態を示す断面図。

【図7】 図7は本発明に係る半透過反射型液晶表示装置の第5実施形態を示す断面図。

【図8】 図8は図7に示す第5実施形態の構造の電極形状を示す平面図。

【図9】 図9は図1～図9に示す各実施形態の半透過反射型液晶表示装置が適用される電子機器の例を示すもので、図9(a)は携帯電話を示す斜視図、図9(b)は腕時計を示す斜視図、図9(c)は携帯型情報処理装置を示す斜視図である。

【図10】 図10は実施例で適用した半透過反射型液晶表示装置の偏光板の偏向軸と位相差板の遅相軸と上基板のラビング方向と下基板のラビング方向を示す図である。

【図11】 図11は実施例で得られた半透過反射型液晶表示装置において $\Delta n d$ を0.15とした場合の反射表示部の液晶層の反射率を示す図である。

【図12】 図12は実施例で得られた半透過反射型液晶表示装置において $\Delta n d$ を0.29とした場合の透過表示部の液晶層の透過率を示す図である。

【図13】 図13は比較例で得られた半透過反射型液晶表示装置において $\Delta n d$ を0.15とした場合の透過表示部の液晶層の透過率を示す図である。

【図14】 図14は実施例で得られた半透過反射型液晶表示装置において $\Delta n d$ を0.29とした場合の反射表示部の液晶層の反射率を示す図である。

【図15】 図15は実施例で得られた半透過反射型液晶表示装置において透過率に対する(透過表示部の液晶層厚/反射表示部の液晶層厚)の値の依存性を示す図である。

【図16】 図16は実施例で得られた半透過反射型液晶表示装置において(透過表示部のリタデーション値/反射表示部のリタデーション値)に対する(反射表示部のプレチルト角-透過表示部のプレチルト角)の値の依存性を示す図である。

【図17】 図17は半透過反射型液晶表示装置の第1の従来例を示す断面図である。

【図18】 図18は本発明に係る半透過反射型液晶表示装置の第7実施形態を示す断面図。

【図19】 図19は本発明に係る半透過反射型液晶表示装置の第8実施形態を示す断面図。

【図20】 図20は本発明に係る半透過反射型液晶表示装置の第9実施形態を示す断面図。

【図21】 図21は本発明に係る半透過反射型液晶表示装置の第9実施形態を示す正面模式図。

#### 【符号の説明】

D、E、F、G、J…半透過反射型液晶表示装置

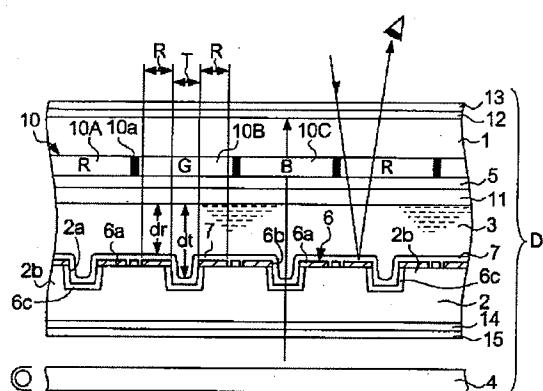
$d_f$ …反射表示部の液晶層の厚さ

$d_t$ …透過表示部の液晶層の厚さ

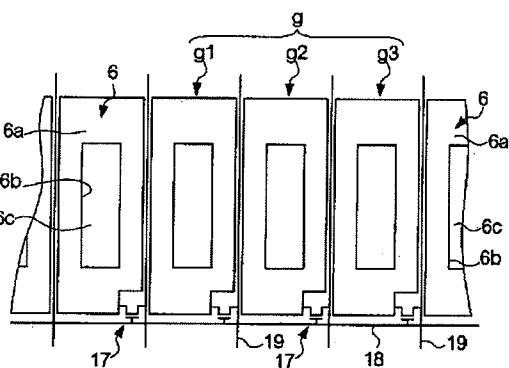
1、22、31、32、1803、1817、190  
 3、1917、2003  
 、2017…基板  
 2a、22a、31a…凹部  
 2b、22b、31b…突部  
 3、1808、1908、2008…液晶層  
 5、6…電極  
 6a、1811、2104…反射電極部（反射手段）  
 6c、1810、2105…透明電極部  
 7、11、37、41、45、46…配向膜  
 dt…透過表示部の液晶層厚  
 df…反射表示部の液晶層厚  
 G…画素  
 G1、G2、G3…分割画素領域  
 10、1804、1904、2004…カラーフィルタ  
 12、14、1802、1812、1902、191  
 2、2002、2012…位相差板  
 13、15、1801、1813、1901、191

3、2001、2013…偏光板  
 $\theta_h$ …反射表示部のプレチルト角  
 $\theta_t$ …透過表示部のプレチルト角  
 31a…凹部  
 36d、50…位相差層  
 1805、1905、2005…保護膜  
 1806、1906、1910、2006、2010…  
 透明電極  
 1807、1809、1907、1909、2007、  
 2009…配向膜  
 1911、2011…反射板  
 1814、1914、2014…導光板  
 1815、1915、2015…光源  
 2101…TFT素子  
 2102…ゲート線  
 2103…信号線  
 2106…配向処理方向

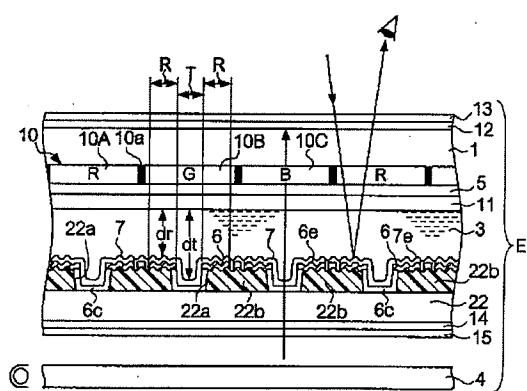
【図1】



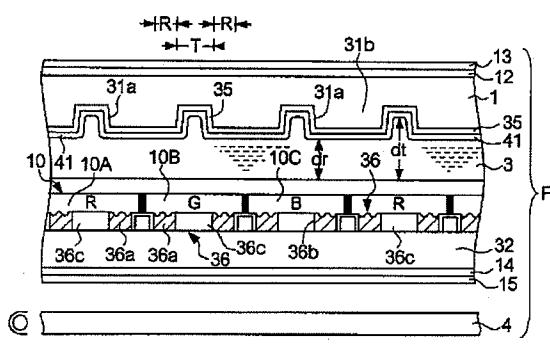
【図2】



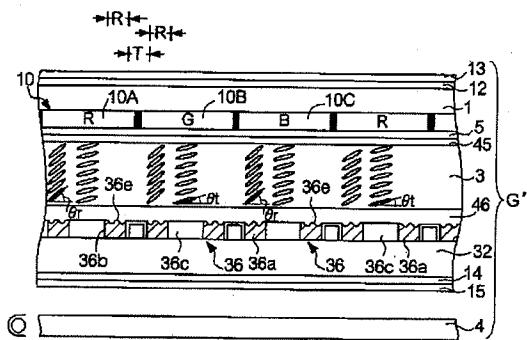
【図3】



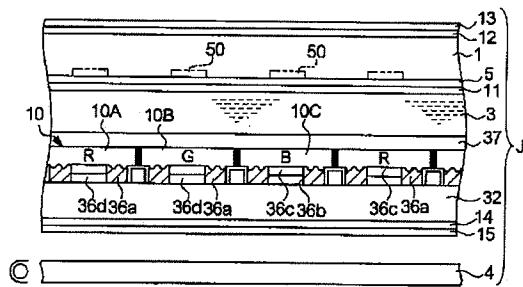
【図4】



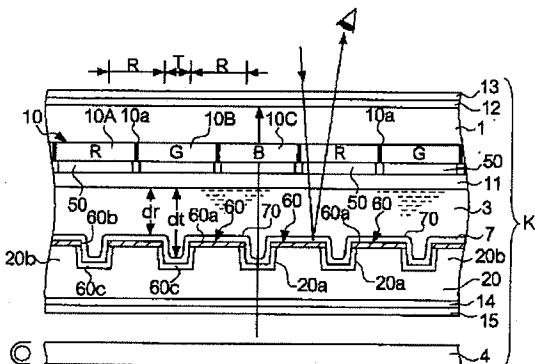
【図5】



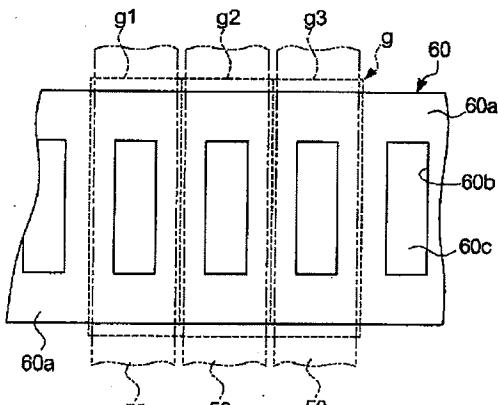
【図6】



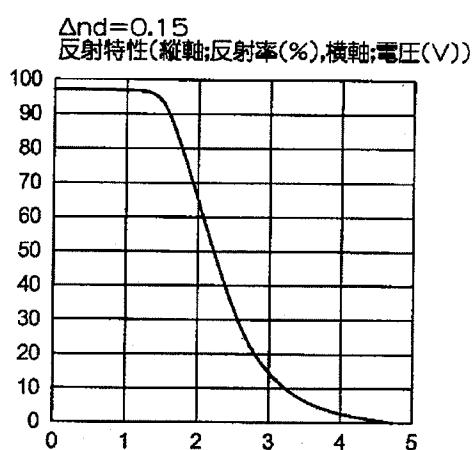
【図7】



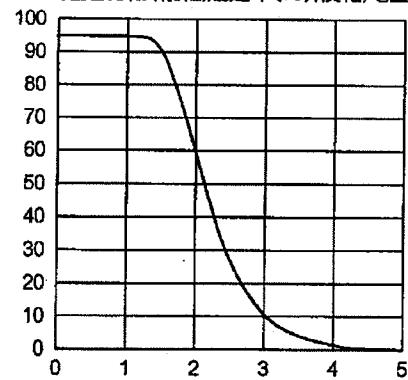
【図8】



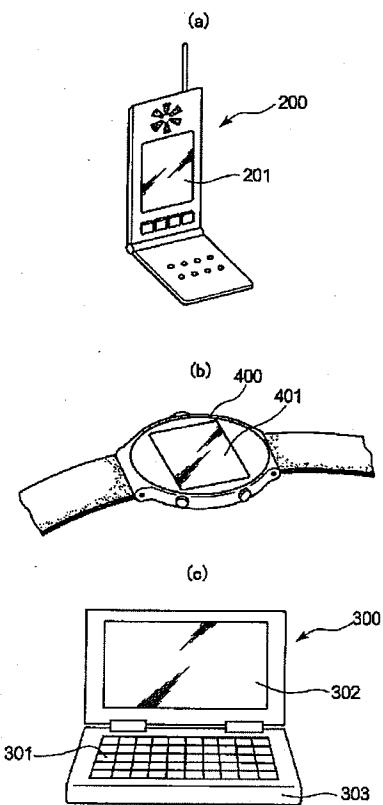
【図11】



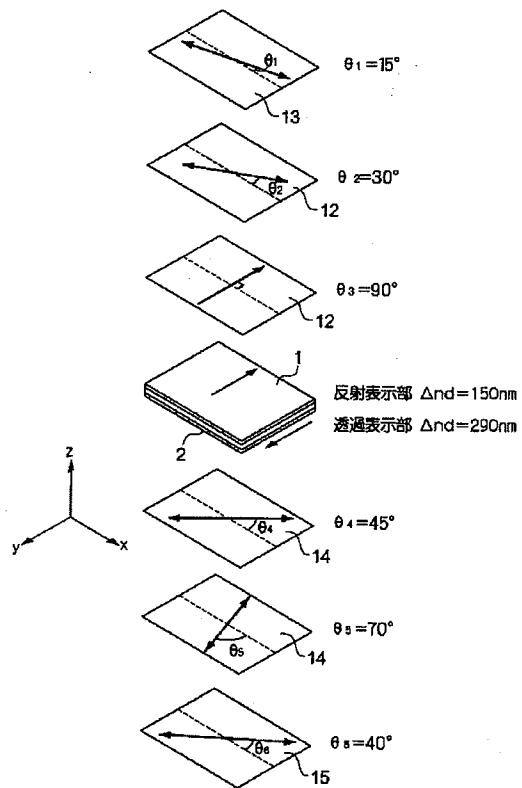
$\Delta nd = 0.29$   
透過特性(縦軸; 透過率(%), 横軸; 電圧(V))



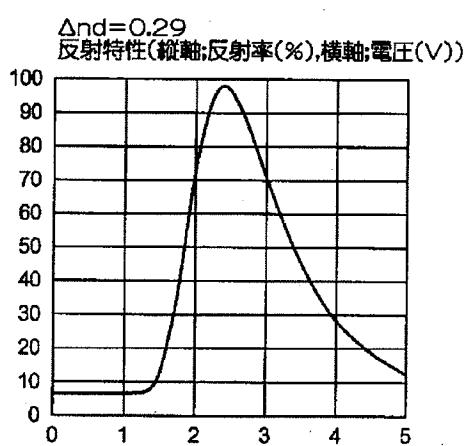
【図9】



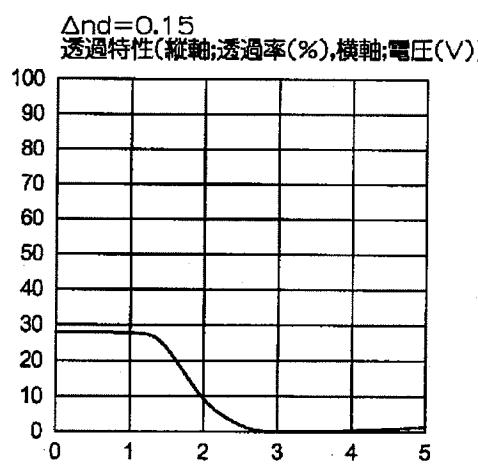
【図10】



【図13】

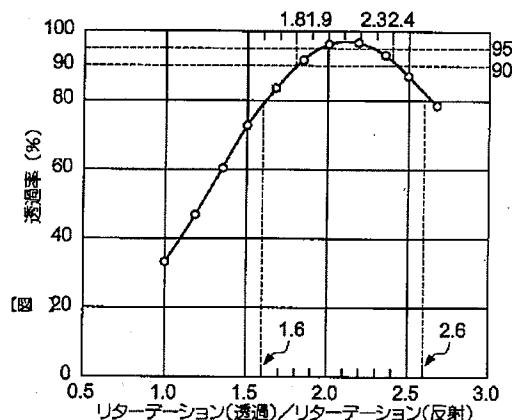


【図14】

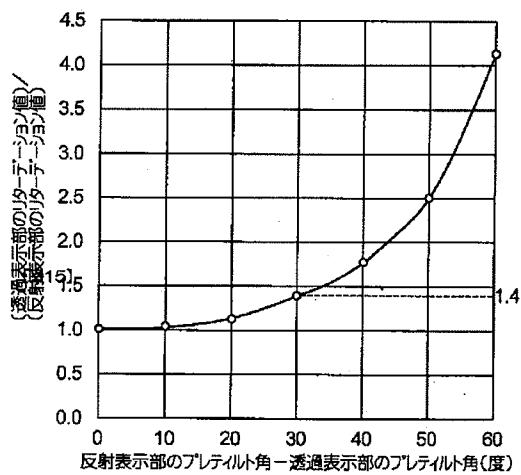


(17) 01-221995 (P2001-P) 坑坑

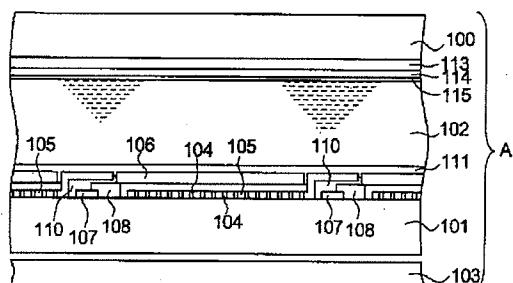
【図15】



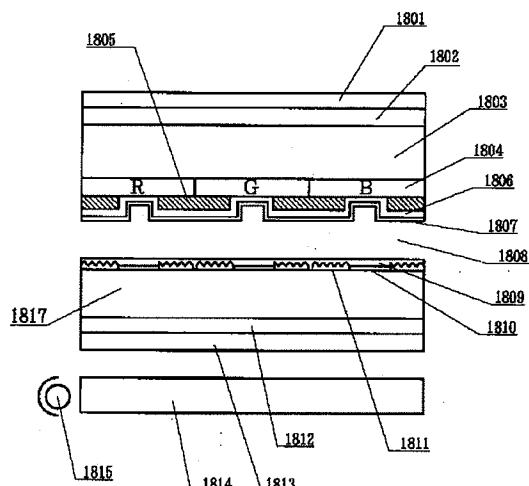
【図16】



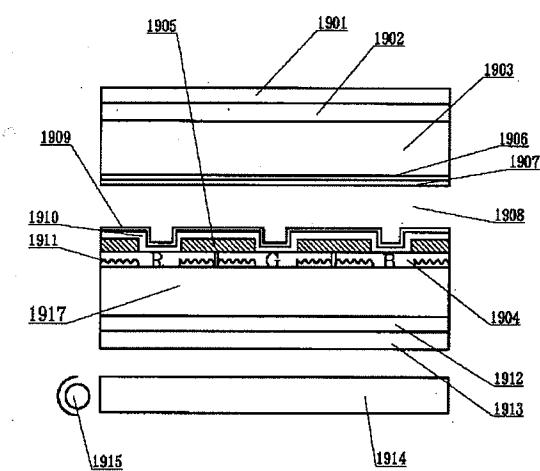
【図17】



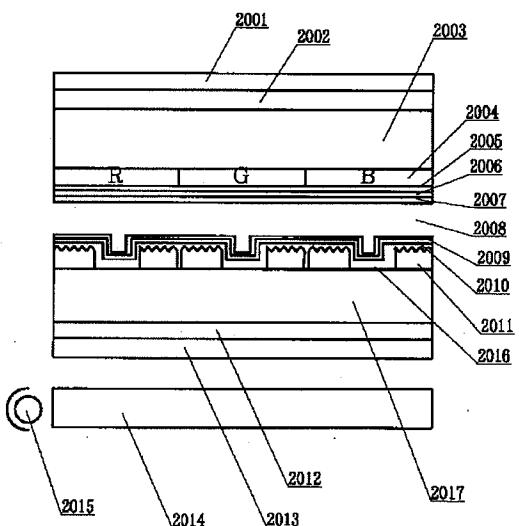
【図18】



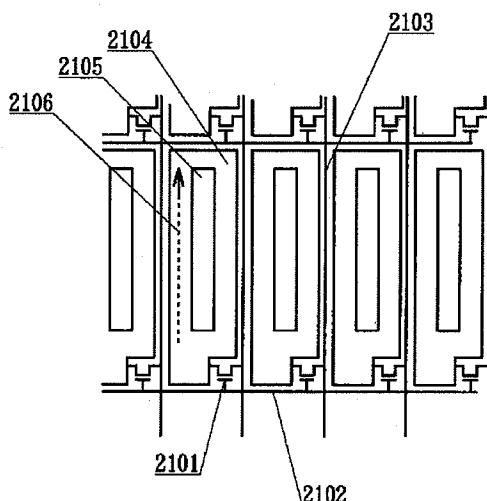
【図19】



【図20】



【図21】



フロントページの続き

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>		識別記号	F I	アーマー(参考)
G 0 2 F	1/1335 1/1337	5 2 0	G 0 2 F	1/1335 1/1337
G 0 9 F	9/00	3 3 6	G 0 9 F	9/00
				5 2 0 3 3 6 J